

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2000333407  
PUBLICATION DATE : 30-11-00

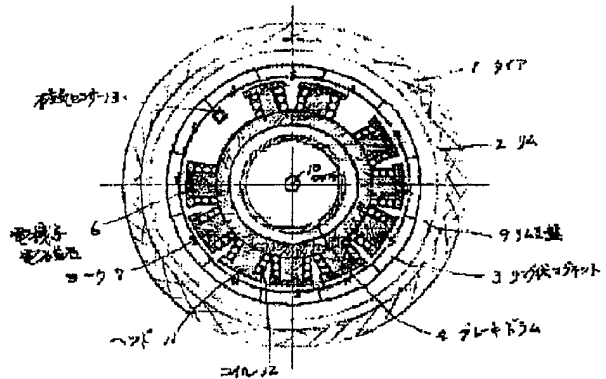
APPLICATION DATE : 18-05-99  
APPLICATION NUMBER : 11137471

APPLICANT : AKATANI MASAMI;

INVENTOR : AKATANI MASAMI;

INT.CL. : H02K 7/14 B60B 19/00 B60L 15/28  
H02K 21/22 H02K 29/08 H02P 6/08

TITLE : WHEEL MOTOR



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a wheel-integrated motor that simplified the structure in the wheel housing as much as possible and control system and also improve the performance.

SOLUTION: A simplified structure which does not require the transmission mechanism only by providing a ring-type magnet 3 internally loaded to a wheel rim 2 as an outer type rotor and also providing star-shaped armature electromagnets 6 opposing the magnetic poles of magnet 3 as stators. Each electromagnet head 11 is formed into a T or an inverted-L shape and a part of the electromagnet 6 is arranged at the position deviated by 90 degrees in the electrical angle for the magnet 3 from the regular group to assure easy start. The number of rotations of wheel is freely controlled by arbitrarily changing the position of a brushless magnetic sensor 13 or freely changing electrically or electronically changing the exciting switch phase of an armature electromagnet 6.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-333407

(P2000-333407A)

(43) 公開日 平成12年11月30日 (2000. 11. 30)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード <sup>*</sup> (参考)
H 0 2 K 7/14		H 0 2 K 7/14	C 5 H 0 1 9
B 6 0 B 19/00		B 6 0 B 19/00	Z 5 H 1 1 5
B 6 0 L 15/28		B 6 0 L 15/28	X 5 H 5 6 0
H 0 2 K 21/22		H 0 2 K 21/22	M 5 H 6 0 7
29/08		29/08	5 H 6 2 1

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 7 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平11-137471

(22) 出願日 平成11年5月18日 (1999. 5. 18)

(71) 出願人 399011276

多田 清一

香川県大川郡志度町大字鴨庄4530-1

(71) 出願人 596018551

赤谷 正巳

香川県高松市高松町字横山2230番地の3

(72) 発明者 多田 清一

香川県大川郡志度町大字鴨庄4530番地の1

(72) 発明者 赤谷 正巳

香川県高松市高松町字横山2230番地の3

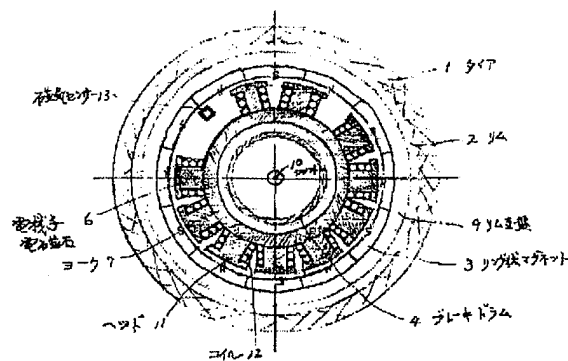
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ホイールモーター

## (57) 【要約】

【課題】 ホイールハウジング内の構造と制御システムを極力簡素化し、かつ性能向上を図った、ホイール一体化モーターを提供する。

【解決手段】 車輪リムに内接装着したリング状マグネットをアウター型ローターにし、マグネットの磁極と相對するように星形に配置した電機子電磁石をステーターにするだけで、伝達機構も不要な簡素な構造にした。各電磁石ヘッドをT型または逆L型にし、一部の電磁石は正規群よりもマグネットに対する電気角で90度ずらせた位置に配置することで、始動を容易にした。ブラシレス用磁気センサーの位置を任意に変えて、あるいは、電機子電磁石の励磁スイッチング位相を電氣的または、電子的に任意に変えて、ホイールの回転数を任意に制御する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】磁極をラジアル方向に、かつ円周上複数極着磁されたリング状マグネットを、タイヤ付き車輪リムに内接して装着し、リム支持ディスクの中央にブレーキドラムを内装したホイールをローターとし、一方リング状マグネットの内周に対極して磁氣的に結合するよう、複数の電磁石をヨークを介して星形に、ディスク面に取り付けた電機子をステーターとした、電動機と車輪が一体構造になった特徴のホイールモーター。

【請求項2】請求項1におけるステーター電機子において、リング状マグネットに対極するステーター各電磁石鉄心の側面ヘッド形状を、T型または逆L型にし、かつ、複数個の電磁石のうちの一部個数を、リング状マグネットの対極から電気角で90度程度ずらせて取り付けすることを特徴としたホイールモーター。

【請求項3】ローターマグネットの磁界位置センサー（例えばホール素子）の取り付けを摺動機構にして、マグネット磁極との相対電気角を任意に設定することにより、電機子電磁石のスイッチング励磁位相を変え、モーターの回転数を任意に制御することを特徴とした請求項1または請求項2記載のホイールモーター。

【請求項4】図7のごとく、磁気センサー信号増幅回路と、スイッチングデバイス回路の間に、可変位相シフト回路を設け、スイッチング電流の位相を変え、モーターの回転数を任意に制御することを特徴とした請求項1または請求項2記載のホイールモーター。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、電気エネルギーで駆動する、モーターをホイールと一体化した、自動車や自転車用の駆動車輪の構造ならびに、始動・スピード制御のシステムに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】最近電動補助自転車や電気自動車用のホイールに、モーターを内蔵または一体化された技術が発表されている。例えば特開H10-178761「モータ」あるいは、特2711489号H09.10.31「電気駆動車輪」などがある。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】従来の技術による発明は、アウトター型ローターブラシレスモータではあるが、電機子を3相スイッチング電流で駆動したり、ホイールハウジング内に伝達機構を入れたり、また電子制御システムにおいても複雑である。これらの構造や制御システムを簡素化し、かつ性能を向上させたホイール一体化モータの開発が望まれている。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】この発明では、アウトター型ローターブラシレスモーターによるホイールではあるが、従来の構造やシステムと異なり、ホイールハウジン

グ内の伝達機構を無くして構造を簡素化し、電機子電流周波数を外部から拘束しないDCサーボ駆動にして、モータの制御システムを極力単純化し、かつ性能を向上させたものである。

【0005】すなわち、ホイールモーターの構造面では、磁極をラジアル方向に、かつ円周上複数極着磁されたリング状マグネットを、タイヤ付き車輪リムに内接して装着し、リム支持ディスクの中央にブレーキドラムを内装したホイールをローターとし、一方リング状マグネットの内周に対極して磁氣的に結合するよう、複数の電磁石をヨークを介して、星形にディスク面に取り付けた電機子をステーターとして、電動機と車輪とを一体構造にした。

【0006】また、ステーター電機子において、リング状マグネットに対極するステーター各電磁石鉄心の側面ヘッド形状を、T型または逆L型にし、かつ、複数個の電磁石のうちの一部個数を、リング状マグネットの対極から電気角で90度程度ずらせて取り付けした。

【0007】速度制御機構としては、ローターマグネットの磁界位置センサー（例えばホール素子）を摺動機構にして、マグネット磁極との相対電気角を任意に設定することにより、電機子電磁石のスイッチング励磁位相を変え、モーターの回転数を任意に制御することにした。

【0008】電子式速度制御用としては、図7のごとく、磁気センサー信号増幅回路と、スイッチングデバイス回路の間に、可変位相シフト回路を設け、スイッチング電流の位相を変え、モーターの回転数を任意に制御することにした。

## 【0009】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を、実施例にもとづき以下図面により説明する。図2は本ホイールモーターを縦に分割した断面の概念図である。図2に於いて、1はタイヤ、2はタイヤ取り付け用リム、3はリング状マグネットで、5のホイールハウジングケースの内周に密着して取り付けられている。このリング状マグネットは、磁極をラジアル方向に、かつ円周上複数極着磁されたものである。また、ホイールハウジングケース5は、図のように、リム支盤9を介してリムと一体になっている。4はブレーキドラムである。このホイールハウジングケースが、モーターのローターになっている。

【0010】またホイールハウジングケースの反対面から覆うディスク8には、リング状マグネット3の内周に僅かな空隙をもって対極し、磁氣的に結合するように、複数の電機子電磁石6を、ヨーク7を介して、星形にディスク8面に取り付けてある。これは、モーターの電機子であり、ステーターである。10はシャフトである。

【0011】図1は本ホイールモーターの中をみた構造の概念図である。図1における1はタイヤ、2はリム、3はリング状マグネット、6は電機子電磁石、7はヨー

ク、4はブレーキドラム、10はシャフトである。本図において、リングマグネット3と電機子電磁石6のヘッド11の空隙は、実用機では1ミリ前後である。なお12は電磁石用コイルである。

【0012】図3はリングマグネットと電磁石の配置関係を示した展開図である。図3において、3はリング状マグネット、6a、6a'・・・は電機子電磁石正規群、6b、6b'・・・は電機子電磁石 $\pi/2$ 群である。11は電磁石ヘッド、12は電磁石のコイルである。また7は電磁石のヨークである。

【0013】図からもわかるとおり、電磁石正規群の磁極と、電磁石 $\pi/2$ 群の磁極は、リングマグネットの磁極に対し、電気角で90度ずらせた位置に配置してある。また、電磁石のヘッド11は、図2・図3のように、T型または逆L型にしてある。

【0014】図3において、13は磁気センサー、例えばホール素子である。これは、摺動板14に沿って、リングマグネット3に対向して、電気角では180度の範囲、任意角度位置にマニュアル操作でセットできるような機構にしてある。

【0015】図4は磁気センサー用にホール素子を使用した場合、同出力をうけて増幅整形し、スイッチング電流に変換する電子回路のブロック図である。増幅整形用には、例えば演算増幅器IC、スイッチング素子にはパワートランジスタあるいはGTOなどが適用できる。

【0016】図7は図1の回路に、更に可変位相シフト回路を追加したものである。可変位相シフト回路は、電子的にはOPアンプによる加算回路や、また機械的にはレゾルバを使っても可能である。

【0017】

【発明の効果】先づ初めに、本発明が構造の簡素化と、効率の向上に効果があることを説明する。構造上本発明によるホイールモーターは、前記実施の形態で説明したとおり、ローターが直結されたタイヤ・リムを回転させるため、動力伝達機構が皆無になり、この部分のエネルギーロスがない分、総合効率が改善され、かつ構造も簡素化される。

【0018】次に、本発明の作用効果の一つとして、始動の容易さを説明する。リングマグネットと電磁石の配置関係を前記実施形態図3で説明したようにすることで、始動が容易になる。その理由は、全電磁石用コイルには同相のスイッチング電流を流すが、一部の電磁石（90度相）は、リングマグネットの磁極に対し、電気角で90度ずらせてある。そのためマグネットと電磁石相互の電磁力の位相は、主部分の電磁石（0相）によるものと、この一部の電磁石によるものとが、丁度90度差があるので、始動時、どちらかが駆動力の死点にあっても、一方は最大駆動点にある。これにより、アウターローターのリングマグネットの始動は容易になる。

【0019】また、電磁石のヘッド11をT型または逆

L型にすることにより、電磁石の非通電時、またホイールの自由回転時において始動を容易にする。これは、電磁石鉄心-マグネット間の磁路リラクタンスが、空隙内の磁界エネルギーを最小状態にしようとする作用効果により、ヘッドがマグネットの極間を橋絡するような位置で停止する。このとき電磁石に電流を流すと、空隙磁界エネルギー最小状態位置が変わり、エネルギー最小位置を取ろうとして始動するわけである。

【0020】次に、本発明の作用効果の一つとして、簡単な機構で回転速度制御ができることについて説明する。図5は、図3のリングマグネット3のNS一対と対向する電磁石6一対分を、独立したアウターローター型マグネットモータとして示した模式図である。

【0021】同図5において、3はリングマグネットNS一対分で、ローターである。13は磁気センサー（例ホール素子）である。6は電磁石であり、これはステーター電機子である。12はコイルである。磁気センサーは、図のように、リングマグネット3に沿って#-1～#0～#+1へとスライドでき、任意位置に止められる。

【0022】図6は、図5におけるリングマグネット3（ローター）が矢印の方向に回っているとして、磁気センサー13を#-1、#0、#+1の位置に置いたとき、図4のスイッチング回路を通して図5の電磁石コイル12に流れるスイッチング電流波形を示したものである。図5、図6を見て、センサー13の位置を変えることにより、コイル12に流れるスイッチング電流の位相が、90度ごとに進みに変えられることがわかるであろう。

【0023】図6において、#-1、#0、#+1各図における横軸は時間の流れ、縦軸はスイッチング電流の極性である。各々の上段は、電磁石に対するリングマグネットの極性、下段は、電磁石コイルに流れる電流であるので、電磁石の極性と同一とみてよい。上段と下段の間には、空隙間の界磁磁束があると考えられる。

【0024】センサー位置#-1の場合を時間の経過と共に見てみると、空隙は常にN-Sであるから、界磁磁束は増磁。#+1の場合は、空隙は同極で減磁されている。#0の場合は、平均的に増減はない。このセンサー位置は、ローターに回転力を与えるもので、電機子反作用を無視すれば、ほぼ正規の位置である。

【0025】それでは任意の位置にセンサーが置かれた場合についてはどうなるかを、図8により考察する。図8はマグネットの磁極に対するスイッチング電流による主磁束のベクトルを示したものである。

【0026】いま主磁束がA（おくれ）であるとき、図からわかるように、0相分は、 $A \cos \theta$ 、-90度分は、 $-A \sin \theta$ である。また主磁束がB（すすみ）であるときは、図に示したように各々は、 $B \cos \phi$ 、 $+B \sin \phi$ である。この $\cos$ 分は回転力と

して働くが、sin分は、マグネット界磁磁束に増磁あるいは減磁として働く。

【0027】マグネットモーターにおいて、マグネット界磁磁束とモーター回転数の関係は、次式(1)で与えられる。

$$u = \frac{V - I_a \cdot R_a}{K \psi} \quad \dots\dots(1)$$

ここで

n : 回転数

V : 電機子印加電圧

I<sub>a</sub> : 電機子電流

R<sub>a</sub> : 電機子コイル抵抗

K : 電機子定数

ψ : マグネット界磁磁束

式(1)でわかるように、界磁磁束ψが大きければ回転数nは小さく、界磁磁束ψが小さければ回転数nが大きくなる。従って、磁気センサーの位置が#0か、これより遅れ(#-1寄り)または、進み(#+1寄り)によって、正規回転数、回転数小、回転数大になる。

【0028】電機子電磁石コイルに流すスイッチング電流の位相は、磁界位置センサーとローターマグネットの磁極電気角との関係において決まる。このスイッチング電流による鉄心ヘッドからの主磁束のベクトルによって、マグネットの磁束と干渉して、界磁磁束が変わり、増磁、正規、減磁にさせる。結果的に、センサーの電気角(位置)によって、モーターの回転数が制御できることが理解できたものと思う。

【0029】この場合センサーの位置を固定に設定して置いて、スイッチング電流の位相を変えても、電機子電磁石の主磁束の位相が変わる。従って前記と同様にモーターの回転数が制御できる。つまりスイッチング電子回路において、位相シフト回路を追加し、シフト量を加減すれば、これによりモーターの回転数が可変できるわけである。

【0030】図7は、位相シフトにレゾルバーを用いた例を示したものである。レゾルバーの使い方はいろいろあるが、本レゾルバーは、X軸とY軸の固定子巻線に90度位相差のある信号電流を流し、X軸コイル電流とY軸コイル電流による各磁界が、ローター巻線で磁気誘導されて、XY分のベクトル合成が出力される。この場合、ローターの角度によって、正確に合成ベクトルの位相が変わる(X・Y両入力等しいときは振幅は不変)ので、位相シフト用には最適である。

【0031】なおこの場合、図7のようにX軸入力電流は、ホール素子からの信号電圧を増幅整形したものである。Y軸入力も、図7のように増幅された出力を分岐取出して、整形後積分回路で90度位相を遅らせ、再度整形した信号電流である。これにより、X・Y両信号電流の振幅は等しく、位相は正確に90度差のあるものが作られる。

【0032】以上説明の如く、本発明の実施の形態によれば、上記の諸理由・原理により、所期の作用効果が発揮される。これにより、本発明による技術は、従来の技術によるものよりも、構造が簡素にして、始動、速度制御、効率向上などの利点で優れていることがわかる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】ホイールモーターの中身構造図である。

【図2】ホイールモーターの縦分割断面図である。

【図3】リングマグネットローターと電機子ステーター各電磁石の配置展開図である。

【図4】ブラシレス用電子回路ブロック図である。

【図5】アウトローター型マグネットモーターの模式図である。

【図6】センサー位置によるスイッチング電流波形である。

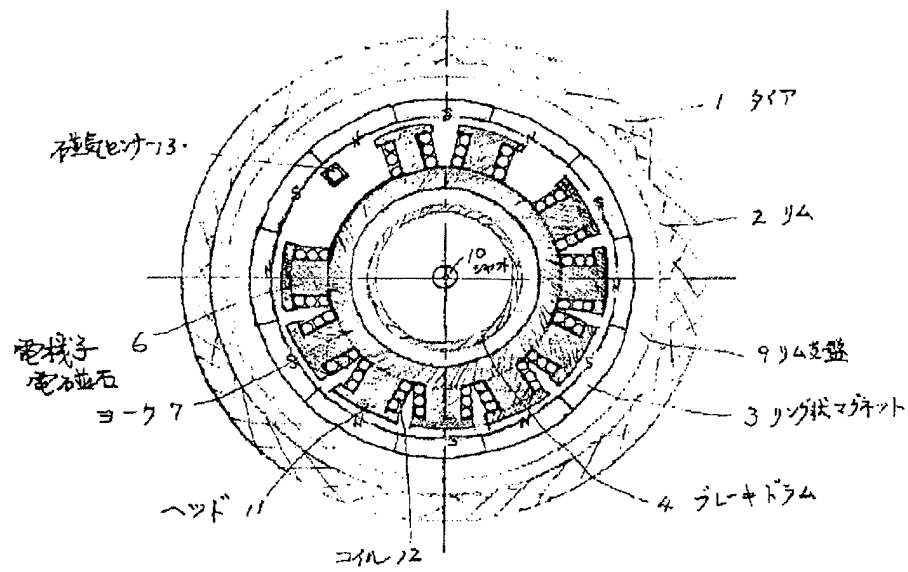
【図7】可変位相シフト回路付加ブラシレス電子回路のブロック図である。

【図8】電機子電磁石主磁束のベクトル図である。

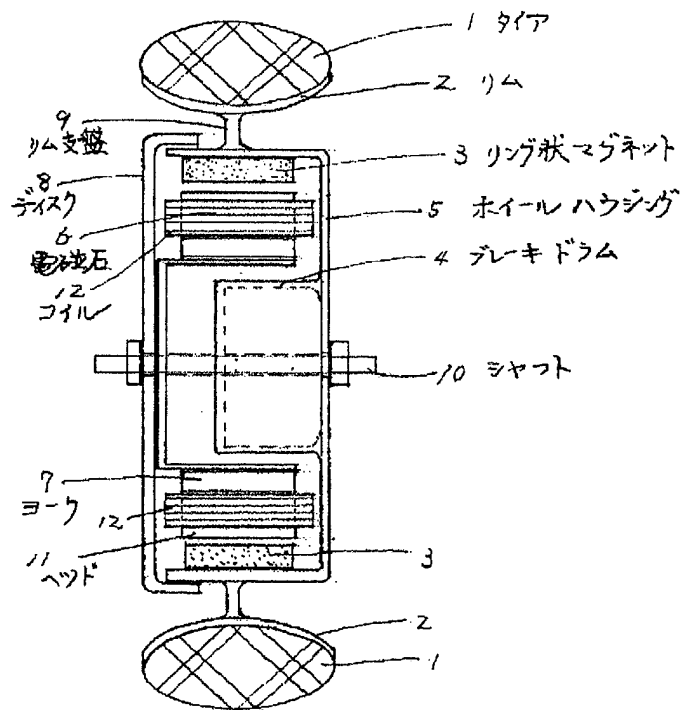
#### 【符号の説明】

- 1 タイア
- 2 リム
- 3 リング状マグネット
- 4 ブレーキドラム
- 5 ホイールハウジングケース
- 6 電機子電磁石
- 7 ヨーク
- 8 ディスク
- 9 リム支盤
- 10 シャフト
- 11 ヘッド
- 12 コイル
- 13 磁気センサー
- 14 摺動板

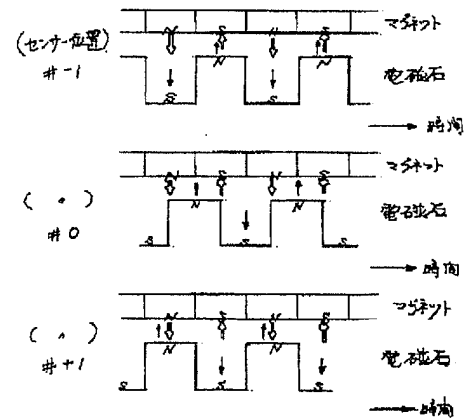
【図1】



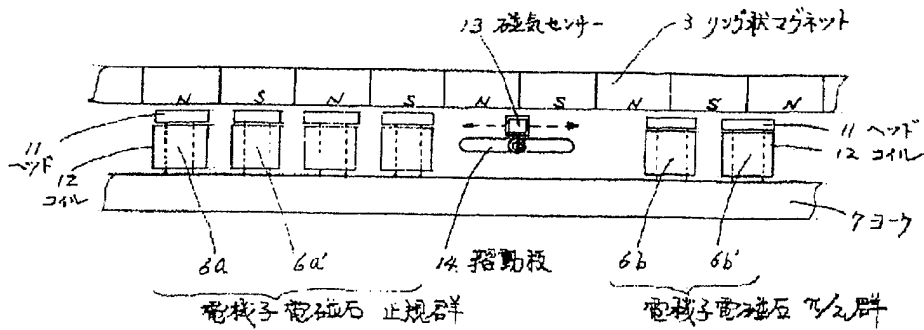
【図2】



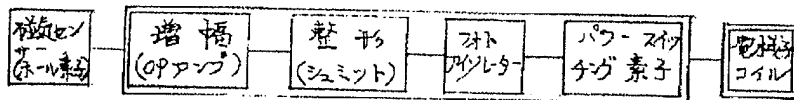
【図6】



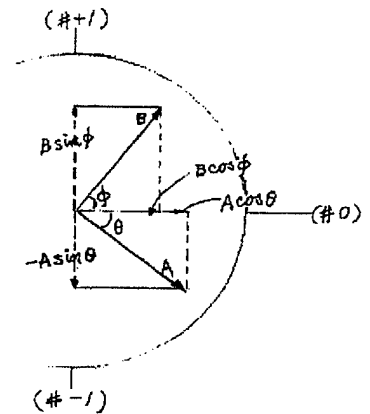
【図3】



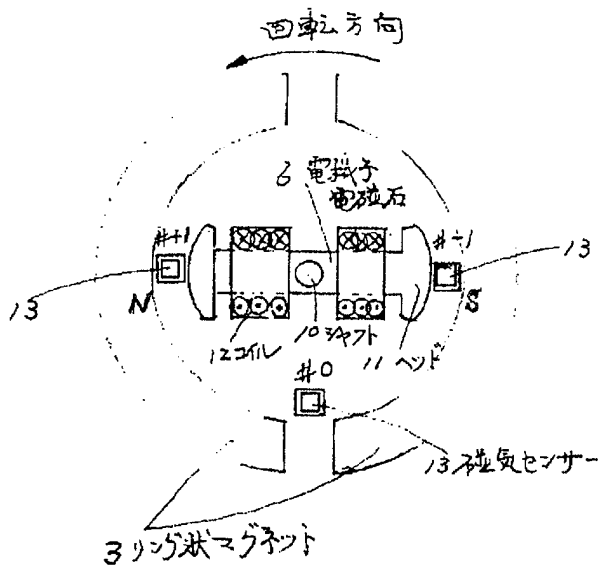
【図4】



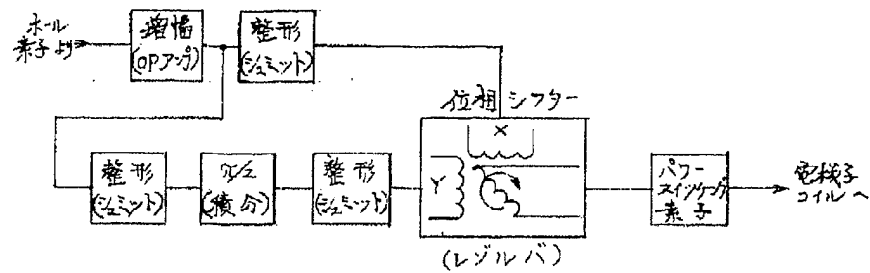
【図8】



【図5】



【図7】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
H 0 2 P 6/08

識別記号

F I  
H 0 2 P 6/02

ターマード (参考)

3 7 1 F

F ターム (参考) 5H019 AA01 AA04 AA10 BB01 BB05  
 BB20 BB24 CC04 CC07 CC09  
 EE01  
 5H115 PA11 PC06 PG04 PU11 QE01  
 QE09 TD17 UI22  
 5H560 AA08 BB01 BB12 DA02 RR07  
 RR10 UA10  
 5H607 AA00 BB09 BB14 BB17 CC01  
 CC03 CC05 CC07 DD01 DD02  
 DD03 DD17 EE06 EE11 FF01  
 HH01 HH09  
 5H621 GA04 GA14 HH01 JK14